



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 07 827 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
A 61 B 17/68
A 61 B 17/70

②1 Aktenzeichen: 198 07 827.7
②2 Anmeldetag: 26. 2. 98
④3 Offenlegungstag: 26. 11. 98

DE 198 07 827 A 1

⑥6 Innere Priorität:
197 07 677. 7 26. 02. 97

⑦1 Anmelder:
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
53175 Bonn, DE

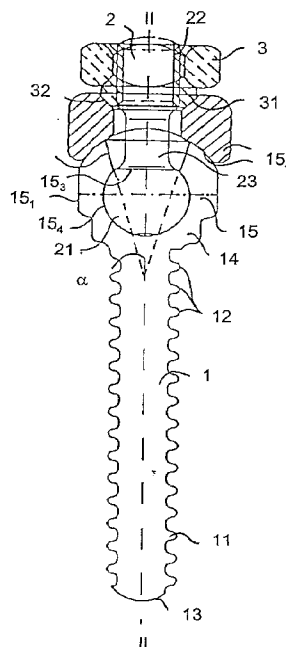
⑦4 Vertreter:
von Kirschbaum, A., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82110
Germering

⑦2 Erfinder:
Balázs, Matthias, 82284 Grafrath, DE; Wolf, Oleg,
Dr., 13187 Berlin, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Vorrichtung zum Positionieren von Knochen und/oder Knochenfragmenten

⑤7 Zum Positionieren und Fixieren von Knochen und/oder Knochenfragmenten sind Haltevorrichtungen (4), die jeweils aus einer Befestigungsschraube (1) und einem an dieser schwenkbar gehaltenen Verbindungsteil (2) bestehen, mit einer mindestens zwei Löcher aufweisenden Lochplatte (5) mittels Schrauben (31) verbindbar. Die Schrauben (1) weisen einen zylindrischen Kern mit Schraubgewinde (11) konstanten Durchmessers, dessen äußere Flankenenden (12) abgerundet sind, sowie eine abgerundete Schraubenspitze (13) und einen zylindrischen Ringansatz (14) auf. Ferner weist der Kopfteil (15) der Schraube (1) eine Aussparung mit einem kegelschalenförmigen Bereich (15₂) und einem kugelschalenförmigen Bereich (15₃) auf. Aufgrund dieser Ausbildung der Schrauben (1) werden die in der Lochplatte (5) verschiebbaren Verbindungsteile (2) senkrecht zur Lochplatte (5) ausgerichtet.



DE 198 07 827 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Positionieren und Fixieren von Knochen und/oder Knochenfragmenten nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Von der Firma Aesculap ist ein Wirbelsäulensystem mit dem Namen SOCON bekannt, bei welchem zwei Schrauben über Zwischenelemente mittels einer Gewindestange verbunden sind. Die Zwischenelemente sind so ausgebildet, daß sie einerseits auf der Gewindestange durch Drehen axial verschoben werden können und andererseits um eine Achse, die senkrecht zur Schraubenachse und senkrecht zur Achse der Gewindestange ist, verschwenkt werden können.

Dieses Wirbelsäulensystem weist den Nachteil auf, daß beim Schwenken der Schrauben um die Achse der Gewindestangen gleichzeitig ein Verschieben der Schrauben entlang der Gewindestange auftritt. Außer beim Schwenken der Schraube um die zur Schrauben- und zur Gewindestangenachse senkrechte Achse ist es beispielsweise beim Verwenden von zwei Schrauben, die über die Gewindestange miteinander verbunden sind, nicht möglich, eine Schraube zu verschwenken, ohne gleichzeitig den Abstand zwischen den beiden Schrauben zu verändern.

Außerdem werden bei vorstehendem Wirbelsäulensystem transpedikuläre Schrauben verwendet, die einen herkömmlichen Gewindeauslauf und somit keinen Einschraubtiefenanschlag aufweisen. Dies kann ebenso wie das Vorhandensein harter Oberflächenkanten an den Verbindungsteilen zu Verletzungen führen.

Da die verwendeten Schrauben ferner spitz enden, können beispielsweise beim Austritt der Schraube aus einem Knochen anliegendes Gewebe oder Nerven verletzt werden.

Des weiteren handelt es sich bei vorstehend beschriebenen Wirbelsäulensystem um eine relativ voluminöse Vorrichtung, deren Handhabung schwierig ist und eine relativ hohe Anzahl an Montagewerkzeugen erforderlich macht.

Ein weiteres Wirbelsäulensystem zum Positionieren und Fixieren von Wirbelkörpern ist von der Firma Boehringer unter dem Namen DEPUY MOTECH bekannt, bei dem ebenfalls Schrauben mit spitzen Enden und harten Gewindekanten verwendet werden, wodurch, wie vorstehend beschrieben, Verletzungen hervorgerufen werden können. Ferner sind die Gewinde nicht für einen Einsatz bei Knochen optimiert. Die Schrauben weisen ebenso wie die des Wirbelsäulensystems SOCON keinen Einschraubtiefenanschlag auf.

Die bei diesem System um einen Kugelkopf frei schwenkbaren Schrauben können in der gewünschten Lage geklemmt werden. Da die Klemmung jedoch nicht in der Symmetrieachsen-Richtung des Klemmstücks erfolgt, kann ein Verkippen des Klemmstücks sowie des Gewindestabs auftreten, wodurch Spannungen in die Vorrichtung eingebracht werden, die sich auf die Knochen übertragen.

Bei beiden vorstehend beschriebenen Vorrichtungen ist es erforderlich, einzelne Elemente der Vorrichtung vorzumontieren. Dies schränkt die Handhabbarkeit der einzelnen Elemente erheblich ein.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zum Positionieren und Fixieren von Knochen und/oder Knochenfragmenten zu schaffen, mit der in allen vorrichtungsbedingt möglichen Lagen Knochen und/oder Knochenfragmente bei gleichbleibender Festigkeit ohne Auftreten unerwünschter Vorspannungen fixierbar und positionierbar sind, wobei mit der Vorrichtung bei geringem Bauvolumen die Verletzungsgefahr minimiert werden und ein Vormontieren einzelner Vorrichtungsteile nicht erforderlich sein soll.

Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, zusätzlich ein Ausrichten der Knochen und/oder Knochenfragmente in einer

Höhenlage zueinander zu ermöglichen.

Gemäß der Erfindung ist diese Aufgabe bei einer Vorrichtung zum Positionieren und Fixieren von Knochen und/oder Knochenfragmenten durch die Merkmale im Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der auf Anspruch 1 unmittelbar oder mittelbar rückbezogenen Ansprüche.

Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung zum Positionieren und Fixieren von Knochen und/oder Knochenfragmenten Haltevorrichtungen auf, die jeweils aus einer Befestigungsschraube und einem an dieser schwenkbar gehaltenen Verbindungsteil bestehen. Diese Haltevorrichtungen sind an einer als Protheseplatte dienenden, mindestens zwei Löcher aufweisenden Lochplatte mittels einer Sicherungsmutter so befestigbar und fixierbar, daß sich die in der Lochplatte verschiebbar gehaltenen Haltevorrichtungen senkrecht zur Lochplatte ausrichten.

Aufgrund dieser Ausbildung der gemäß der Erfindung vorgesehenen Haltevorrichtung entfällt nicht nur ein Vormontieren, sondern insbesondere entfällt ein Zusammensetzen der die Haltevorrichtung bildenden Teile durch den operierenden Arzt während der Operation. Nachdem die einzelnen Befestigungsschrauben der benötigten Haltevorrichtungen in die vorbereiteten Pedikelkanäle, in welche zweckmäßigerweise auch ein dem Schraubgewinde der Befestigungsschrauben entsprechendes Gewinde geschnitten ist, eingeschraubt sind, brauchen die Halterungsteile lediglich noch durch die Löcher, vorzugsweise in Form von Langlöchern der als Protheseplatte dienenden Lochplatte gesteckt zu werden und die Sicherungsschrauben aufgeschraubt und mit einem Drehmomentschlüssel angezogen werden.

Da die Lochplatte mindestens zwei Langlöcher aufweist, ist diese bezüglich der Haltevorrichtung verschiebbar, so daß beim Fixieren der Schrauben an der Lochplatte keine Vorspannungen auftreten, die über die Schrauben in die Knochen und/oder Knochenfragmente eingeleitet würden.

Aufgrund der in den Lochplatten vorgesehenen Langlöcher können beim Verbinden von zwei oder mehr Schrauben über eine Lochplatte diese einzeln zueinander verschoben werden. Da das Verschwenken der Schrauben unabhängig vom Verschieben der Haltevorrichtungen in den Langlöchern der Lochplatte erfolgt, wird die Handhabbarkeit der Vorrichtung erleichtert und kann bezüglich der Knochen und/oder Knochenfragmente in die erforderliche Höhe (beispielsweise zum Repositionieren) gebracht, wenn es gewünscht oder erforderlich ist.

Erfindungsgemäß weisen die Befestigungsschrauben vorzugsweises einen zylindrischen Kern mit einem Schraubgewinde auf, das einen konstanten Außendurchmesser hat. Zusätzlich sind die äußeren Flankenenden der Schraubgewinde stark abgerundet, so daß einerseits aufgrund der Schraubenform und andererseits aufgrund der Flankenenden die Knochen möglichst wenig beansprucht werden. Ferner kann zusätzlich in vorteilhafter Weise die Einschraubtiefe der Schrauben bei Bedarf jederzeit nachkorrigiert werden.

Um zu verhindern, daß beim Austreten eines Schraubenendes aus dem festen Knochen das anliegende Gewebe oder anliegende Nerven verletzt werden, sind die freien Enden der Befestigungsschrauben abgerundet. Des weiteren weisen die Schrauben am oberen kopfseitigen Ende des Schraubgewindes wahlweise einen zylindrischen Ansatz auf, durch den einerseits die maximale Einschraubtiefe begrenzt wird und andererseits eine bessere Lastverteilung in der Schraubenkopfaufgabe verwirklicht ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist ein Kopfteil der Befestigungsschraube eine Aussparung mit einem kegelförmigen und einem daran angrenzenden kugelförmigen Bereich auf,

wobei in den kugelförmigen Bereich ein kegelförmiger Endteil eines Verbindungsteils eingesetzt ist und durch den kegeltumpfförmigen Bereich der mögliche Schwenkbereich festgelegt ist. Somit ist die Schraube um den kugelförmigen Endteil des Verbindungsteils drehbar und schwenkbar.

Der kugelförmige Endteil des Verbindungsteils geht in einen dehnbaren Schaftteil über, der seinerseits in einem Gewindeteil mit Außengewinde endet. Zum Fixieren der Schraube wird durch eine vorzugsweise als Langloch ausgebildete Öffnung der Lochplatte der dehnbare Schaft des Verbindungsteils gesteckt und auf dessen Gewindeteil wird die vorzugsweise mit einer Feingewindeprofilierung versehene Mutter aufgeschraubt.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist in erster Linie der Verbindungsteil zwischen der Befestigungsschraube und der Lochplatte erfindungsgemäß in der Weise abgeändert, daß die Schraube in einem einstellbaren Abstand zu der Lochplatte fixiert werden kann. Hierzu wird ein kugelförmiger Kopfteil der Befestigungsschraube, in welchem entgegen der vorstehend beschriebenen Ausführungsform keine Aussparungen vorgesehen ist, in einem zu dem kugelförmigen Kopfteil komplementären Bereich im Inneren einer Hülse gelagert.

Ferner weist die Hülse an dem der Befestigungsschraube abgewandten Ende eine zylindrische Aussparung mit Innengewinde auf, in welches der als Gewindestange ausgebildete Verbindungsteil eingeschraubt ist. Ferner ist die Hülse zum Ansetzen eines Werkzeugs, beispielsweise eines Maulschlüssels, außen als ein Sechskant ausgebildet. Ferner ist der als Gewindestange ausgebildete Verbindungsteil mittels zweier Muttern beispielsweise in einem Langloch der Lochplatte höhen einstellbar und in dieser Lage fixierbar.

Um die Befestigungsschraube in einem Schwenkbereich von bis zu 90° verschwenken zu können, ist in dem der Befestigungsschraube zugewandten Ende der Hülse eine entsprechend groß bemessene kegeltumpfförmige Aussparung ausgebildet.

Somit ist bei dieser Ausführungsform besonders vorteilhaft, daß der Abstand zwischen Lochplatte und Befestigungsschraube über die Gewindestange, deren Länge ohnehin entsprechend dem vorliegenden Erfordernissen wählbar ist, frei einstellbar ist. Um den Kopfteil der Befestigungsschraube zuverlässig fixieren zu können, weist die Gewindestange an dem dem Kopfteil der Befestigungsschraube zugewandten Ende eine der Wölbung des kugelförmigen Kopfteils entsprechende konkave Ausnehmung auf.

Bei der erstgenannten Ausführungsform der Schrauben sind die oberen bzw. unteren Kanten der Langlöcher in den Lochplatten, angefast bzw. kugelsegmentförmig ausgebildet. Bei der zweitgenannten Ausführungsform sind die Platten mit annähernd rechtwinkligen Kanten an den Rändern der Langlöcher ausgeführt, da auf der Ober- und der Unterseite der Platten jeweils die Muttern aufliegen. Der Kopfbereich der Schraube und der der Lochplatte zugewandte Bereich der auf den Verbindungsteil geschraubten Mutter bzw. Muttern weisen jeweils eine zu den Kanten der Langlöcher passende Form auf.

Somit ist sichergestellt, daß beim Fixieren der Schraube durch Anziehen der Mutter die Mittelachse des Zwischenelements stets senkrecht zu der Lochplatte ausgerichtet wird. Daher besteht zwischen Mutter und Lochplatte bzw. zwischen Schraubenkopf und Lochplatte bei der erstgenannten Ausführung immer Linienberührung, so daß an der Lochplatte eine gleichmäßige Lastverteilung auftritt. In der zweitgenannten Ausführung liegen die Muttern immer flächig auf.

Um bestimmte Vorzugslagen des Schraubenkopfs und der Mutter vorzugeben, können zusätzlich in die Kanten der

Langlöcher beispielsweise kegel- oder kugelförmige Mulden eingearbeitet sein.

Vorzugsweise ist bei beiden Ausführungsformen gemäß der Erfindung vorgesehen, sämtliche oder einzelne der Berührflächen zwischen den einzelnen Elementen der Vorrichtung statistisch zu profilieren oder mit feinen Querrillen zu versehen. Somit besteht zwischen den einzelnen Elementen ein sicherer Halt, da die Reibung durch Formschluß erhöht ist.

Des weiteren sind Lochplatten mit beliebiger Form und beliebig angeordneten und geformten Langlöchern in beliebiger Anzahl denkbar.

Vorzugsweise sind sämtliche Elemente der erfindungsgemäßen Vorrichtung aus demselben Material, wie beispielsweise aus Implantatstählen nach DIN 17443, wie beispielsweise 1.4428 oder 1.4461, oder aus Sonderlegierungen, wie beispielsweise CoCrMo, oder aus Titan mit dem Grad 4 oder 5, wie beispielsweise Ti6-Al4-V.

Außerdem weist die erfindungsgemäße Vorrichtung den zusätzlichen Vorteil auf, daß nur eine geringe Anzahl an Werkzeugen erforderlich ist, die zudem leicht zu handhaben ist. Es handelt sich hierbei in erster Linie um Standardwerkzeuge.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen im einzelnen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a eine Schnittansicht einer ersten bevorzugten Ausführungsform entlang der Linie I-I in **Fig. 1b**;

Fig. 1b eine Schnittansicht der ersten bevorzugten Ausführungsform entlang der Linie II-II in **Fig. 1a**;

Fig. 1c eine Vorderansicht der ersten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 2a eine Schnittansicht einer zweiten bevorzugten Ausführungsform entlang der Linie III-III in **Fig. 2b**;

Fig. 2b eine Schnittansicht der zweiten bevorzugten Ausführungsform entlang der Linie IV-IV in **Fig. 2a**;

Fig. 2c eine Vorderansicht der zweiten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 3a bis **3d** bevorzugte Ausführungsformen von Lochplatten, die bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Positionieren und Fixieren von Knochen und/oder Knochenfragmenten verwendbar sind, und

Fig. 4 in einer vergrößerten Darstellung eine weitere vorteilhafte Ausführungsform einer Befestigungsschraube.

In **Fig. 1b** ist eine als Prothesenplatte dienende, im Schnitt dargestellte Lochplatte **5** dargestellt, die in **Fig. 1b** beispielsweise drei Langlöcher **50** bis **52** aufweist. In die beiden äußeren Langlöcher **50** und **52** der Lochplatte **5** ist je eine Haltevorrichtung **4** eingesetzt, deren wesentliche Elemente, in **Fig. 1b** von oben nach unten, eine Sicherungsmutter **3** und ein Verbindungsteil **2** und eine Befestigungsschraube **1** sind. Die Befestigungsschrauben **1** der beiden Haltevorrichtungen **4** sind in von einem Operateur vorher in schematisch angedeutete Wirbel **24** ausgebildete, in **Fig. 1b** nicht näher bezeichnete Kanäle eingeschraubt.

Unter Bezugnahme auf **Fig. 1a** wird nunmehr eine erste bevorzugte Ausführungsform der Haltevorrichtung **4** anhand einer Schnittansicht entlang der Linie I-I in **Fig. 1b** beschrieben. In **Fig. 1a** weist die Befestigungsschraube **1** der Haltevorrichtung **4** einen zylindrischen Kern mit einem Schraubgewinde **11** auf, welches somit einen konstanten Außendurchmesser hat. Die Flanken des Schraubgewindes **11** weisen abgerundete Flankenenden **12** auf. Das in **Fig. 1** untere freie Ende **13** der Schraube **1** ist ebenfalls abgerundet.

Am in **Fig. 1a** oberen Ende des Schraubgewindes **11** geht dieses in einen ringförmigen Ansatz **14** über, der vorzugsweise zylindrisch ausgebildet ist und dessen Außendurch-

messer größer als der Außendurchmesser des Schraubgewindes **11** ist.

Der ringförmige Ansatz **14** geht in einen Kopfteil **15** über, dessen Außenabmessung größer als derjenige des ringförmigen Ansatzes ist und vorzugsweise außen als Sechskant **15₁** ausgebildet ist, um ein geeignetes Werkzeug, beispielsweise einen handelsüblichen Maulschlüssel ansetzen zu können. Im Inneren weist der Kopfteil **15** eine kugelförmige Aussparung **15₂** auf. Die kugelförmige Aussparung **15₂** geht in eine zur gestrichelt wiedergegebenen Mittenachse der Schraube **11** symmetrische kegelstumpfförmige Aussparung **15₃** über, die in **Fig. 1** nach oben offen ist.

Der kleinere Radius der kegelstumpfförmigen Aussparung **15₃** grenzt an den oberen Teil der kugelförmigen Aussparung **15₂** an. Die in der Schnittansicht der **Fig. 1a** gestrichelt wiedergegebenen Verlängerungen der kegelstumpfförmigen Aussparung **15₃** schließen vorzugsweise einen spitzen Winkel α von 30°–40° ein. Der Sechskant **15₁** des Kopfteils **15** geht in einen kugelschalenförmigen Abschnitt **15₄** über.

Der Durchmesser der kugelförmigen Aussparung **15₂** im Kopfteil **15** ist größer als der angrenzende kleinere Durchmesser der kegelstumpfförmigen Aussparung **15₃**. Somit entsteht, wie **Fig. 1a** deutlich zu entnehmen ist, an dem Übergangsbereich zwischen der kegelstumpfförmigen Aussparung **15₃** und der kugelförmigen Aussparung **15₂** eine Unterschneidung.

In die kugelförmige Aussparung **15₂** des Kopfteils **15** der Befestigungsschraube **1** ist in **Fig. 1a** ein zu der kugelförmigen Aussparung **15₂** komplementärer kugelförmiger Endteil **21** des Verbindungsteils **2** eingesetzt. Das dem kugelförmigen Endteil **21** des Verbindungsteils **2** abgewandte Ende ist kreiszylindrisch ausgebildet und ist mit einem vorzugsweise als Feingewindeprofilierung ausgebildeten Außengewinde **22** versehen.

Zwischen dem kugelförmigen Endteil **21** und dem mit dem Außengewinde **22** versehenen zylindrischen Bereich des Verbindungsteils **2** ist ein gegenüber dem zylindrischen Endteil verjüngter Schaftteil **23** ausgebildet. Aufgrund der Verjüngung handelt es sich bei dem Schaftteil **23** um einen in engen Grenzen dehnbaren Schaftteil.

Um den kugelförmigen Endteil **21** des Verbindungsteils **2** in die kugelförmige Aussparung **15₂** des Kopfteils **15** der Befestigungsschraube **1** einbringen zu können, muß der Kopfteil **15** aus fertigungstechnischen Gründen aus zwei Einzelteilen hergestellt werden. Hierbei kann die Trennlinie zwischen den beiden den Kopfteil **15** bildenden Einzelteilen, beispielsweise die strichpunktirt eingetragenen Trennlinie sein. Nach dem Einsetzen des kugelförmigen Endteils **21** des Verbindungsteils **2** in den unteren, mit der Befestigungsschraube **1** eine Einheit bildenden Teil des Kopfteils wird dieser mit dem oberhalb der strichpunktirten Linie dargestellten Teil des Kopfteils **15** fest verbunden, beispielsweise verschweißt oder gegebenenfalls auch verklebt, so daß der Kopfteil **15** anschließend eine in **Fig. 1a** dargestellte Einheit mit der Befestigungsschraube bildet.

Da der kugelförmige Endteil **21** des Verbindungsteils **2** und die kugelförmige Aussparung **15₂** im Kopfteil **15** komplementär ausgebildet sind, ist der Verbindungsteil **2** in dem Kopfteil **15** zum einen um die gestrichelt wiedergegebene Achse drehbar und zum anderen in dem durch die kegelstumpfförmige Aussparung **15₃** festgelegten Bereich bezüglich der gestrichelt wiedergegebenen Mittenachse auch schwenkbar. (Siehe hierzu beispielsweise **Fig. 1c**) Der Winkelbereich, in welchen der Verbindungsteil **2** gegenüber der Befestigungsschraube **1** schwenkbar ist, entspricht dem in **Fig. 1a** mit α bezeichneten Winkelbereich und liegt bei der Ausführungsform der **Fig. 1a** in der Größenordnung von 30°

bis 35°

Die Sicherungsmutter **3**, die vorzugsweise als Sechskantmutter ausgebildet ist, weist ein der Feingewindeprofilierung des Außengewindes **22** des Verbindungsteils **2** entsprechendes Gewinde und auf der in **Fig. 1a** unteren Seite einen ringförmigen Ansatz **31** mit einer Anfasung **32** auf.

In **Fig. 1b**, welche eine Schnittansicht entlang der Linie II-II in **Fig. 1a** ist, ist die als Prothesenplatte dienende Lochplatte **5** teilweise im Schnitt dargestellt. Wie bereits erwähnt, weist die Lochplatte **5** in **Fig. 1b** drei Langlöcher **50** bis **52** auf. Die in **Fig. 1b** oberen Kanten **50b** bis **52b** sind passend zu der Anfasung **32** des ringförmigen Ansatzes **31** der Sicherungsmutter **3** abgeschrägt.

Die Kanten **50a** bis **52a** der Langlöcher **50** bis **52** sind so ausgerundet, daß deren Ausrundung dem kugelförmigen Endabschnitt **15₄** des Kopfteils **15** am oberen Ende der Befestigungsschraube **1** entspricht. Der Radius der konkav ausgebildeten Kantenbereiche **50a** bis **52a** der drei Langlöcher **50** bis **52** entspricht somit dem Radius des kugelförmigen Abschnitts **15₄** des Kopfteils **15**. Aufgrund der konkaven Ausbildung der Kantenbereiche **50a** bis **52a** ist ein entsprechendes Kippen bzw. Neigen der Befestigungsschrauben **1** bezüglich der als Prothesenplatte dienenden Lochplatte **5** ermöglicht (siehe **Fig. 1c**).

Die als Prothesenplatte dienende Lochplatte wird an einem Pedikel wie folgt befestigt: Zunächst wird von dem Operateur ein Pedikelkanal in einen Wirbel **24** eingebracht. Zweckmäßigerweise sollte in dem Pedikelkanal auch ein dem Schraubgewinde **11** der einzubringenden Befestigungsschraube **1** entsprechendes Gewinde geschnitten werden. Durch Ansetzen eines Werkzeugs, beispielsweise eines Maulschlüssels, an dem Sechskant **15₁** am Kopfteil **15** der Befestigungsschraube **1** wird diese zusammen mit dem in den Kopfteil **15** eingesetzten Verbindungsteil **2** so weit eingedreht, daß sich der Kopfteil **15** und der aus diesem vorstehende Verbindungsteil **2** in der richtigen Höhenlage befinden.

Anschließend wird der Verbindungsteil **2** der Haltevorrichtung **4** durch eines der Langlöcher **50** bis **52** der Lochplatte **5** gesteckt. Hierauf wird die Sicherungsmutter **3** auf das Außengewinde **22** des Verbindungsteils **2** aufgeschraubt und mittels eines Werkzeugs, vorzugsweise eines Drehmomentenschlüssels so weit angezogen, bis das erforderliche und zulässige Drehmoment erreicht ist.

Die gleiche Prozedur wird mit der oder den übrigen Haltevorrichtungen durchgeführt, so daß dann über die als Prothesenplatte dienende Lochplatte **5** eine genaue Positionierung und Fixierung von Knochen, beispielsweise Wirbeln und/oder auch von Knochenfragmenten erreicht ist.

Der Unterschied zwischen der Schnittansicht in **Fig. 1b** und der Vorderansicht in **Fig. 1c** besteht im wesentlichen darin, daß in **Fig. 1b** die gestrichelt wiedergegebenen Mittenachsen der Befestigungsschrauben **1** und der Verbindungsteile **2** der beiden in **Fig. 1a** und **1b** dargestellten Haltevorrichtungen **4** fluchten, während in **Fig. 1c** die dort strichpunktirt eingetragene Mittenachse der Befestigungsschrauben **1** mit der gestrichelt wiedergegebenen Mittenachse der Verbindungsteile **2** einen spitzen Winkel in der Größenordnung von etwa 15 bis 20° miteinander einschließen. Hierbei soll es sich bei dem Neigungswinkel α in **Fig. 1c** um den maximal möglichen Schwenkbereich handeln, welcher mit der in **Fig. 1a** wiedergegebenen Haltevorrichtung **4** möglich ist.

Anhand von **Fig. 2a** bis **2c** wird nachstehend eine zweite bevorzugte Ausführungsform gemäß der Erfindung beschrieben. In der in **Fig. 2a** wiedergegebenen Schnittansicht entlang der Linie III-III in **Fig. 2b** sind eine Haltevorrichtung **4'**, die aus einer Befestigungsschraube **1'** und einem als

Gewindestange ausgeführten Verbindungsteil 2' besteht, Muttern 3a' und 3b' sowie eine Lochplatte 5 dargestellt.

Der mit einem Schraubgewinde 11' versehene Bereich der Befestigungsschraube 1' entspricht prinzipiell dem entsprechenden Bereich der Befestigungsschraube 1 in Fig. 1a und weist daher auch einen zylindrischen Kern auf, auf dem ein Schraubgewinde 11' mit konstantem Außendurchmesser versehen ist. Die Flankenenden 12' sind ebenso wie das freie Ende 13' abgerundet. Am oberen Ende des Schraubgewindes 11' ist ein ringförmiger Ansatz 14' ausgebildet, dessen Außendurchmesser dem Außendurchmesser des Schraubgewindes 11' entspricht. Der ringförmige Ansatz 14' geht in einen kugelförmigen Kopfteil 15' über, der in einer Hülse 6' aufgenommen ist.

Die Hülse 6' besteht aus fertigungstechnischen Gründen aus zwei Hülseanteilen 6a' und 6b', welche fest miteinander verbunden sind. Der in Fig. 2a untere Hülseanteil 6b' weist eine durchgehende Aussparung auf, deren in Fig. 2a unteres Ende ein kegelstumpfförmiger Bereich 60' ist. An den kegelstumpfförmigen Bereich 60' grenzt ein kugelsegmentförmiger Bereich 61' an, dessen Innendurchmesser dem Außendurchmesser des kugelförmigen Kopfteils 15' der Befestigungsschraube 1' entspricht.

Der in Fig. 2a obere Hülseanteil 6a', der an der gemeinsamen Berührungsfläche 6ab' mit dem Hülseanteil 6b' verbunden ist, weist seinerseits eine durchgehende Aussparung auf, die von einem in Fig. 2a unten liegenden zylindrischen Bereich 62' in einen mit einem Innengewinde versehenen zylindrischen Bereich 63' übergeht. Vorzugsweise der Hülseanteil 6a' ist als Sechskant ausgebildet, um ein entsprechendes Werkzeug, gegebenenfalls einen gekröpften Maulschlüssel ansetzen zu können.

In das Innengewinde des Hülseanteils 6a', das vorzugsweise als ein Feingewinde ausgeführt ist, ist der als eine Gewindestange ausgeführte Verbindungsteil 2' eingeschraubt, dessen Gewinde dem vorzugsweise als Feingewinde ausgeführten Innengewinde des Hülseanteils 6a' entspricht. Die Gewindestange 2' weist an ihrem dem kugelförmigen Kopfteil 15' der Befestigungsschraube 1' benachbarten Ende 21' eine konkave Auswölbung auf, deren Krümmung derjenigen des kugelförmigen Kopfteils 15' entspricht. Das gegenüberliegende Ende 20' der Gewindestange 2' ist abgerundet.

In dem in Fig. 2a oberen Endteil der Gewindestange 2' ist außerdem eine zur gestrichelt wiedergegebenen Mittennachse symmetrische Ausnehmung 24' vorgesehen, die vorzugsweise eine einem Imbusschlüssel oder TROX-Schlüssel entsprechende Form aufweist. Auf die Gewindestange 2' wird eine in Fig. 2a untere Mutter 3a' geschraubt. Sobald die Gewindestange 2' durch ein in Fig. 2a nicht näher bezeichnetes Langloch einer Lochplatte 5', gesteckt ist, wird auf das freie obere Ende der Gewindestange 2' die Mutter 3b' geschraubt, wodurch dann zumindest die Gewindestange 2' bezüglich der Lochplatte 5' fixiert ist.

In Fig. 2b, welche eine Schnittansicht der zweiten bevorzugten Ausführungsform entlang der Linie IV-IV in Fig. 2a ist, sind zwei Befestigungsschrauben 1' über Hülsen 6', Gewindestangen 2' und jeweils zwei Muttern 3a' und 3b' mit der Lochplatte 5' verbunden. Die Lochplatte 5' weist in Fig. 2b drei Langlöcher 50' bis 52' auf, deren mittlere Bereiche in Draufsicht rechtwinklig sind und deren Endbereiche in Draufsicht jeweils halbkreisförmig ausgebildet sind. Daher können die Muttern 3a' und 3b' einfache Muttern sein, die jeweils auf der der Lochplatte 5' zugewandten Seite eben ausgeführt und lediglich außen angefast sind. Um die Herstellung der Muttern zu vereinfachen, damit sie verwechselungssicher sind, sind die Muttern vollkommen identisch als Sechskantmuttern ausgeführt.

Um jedoch die Lage der Gewindestangen 1' in den Lang-

löchern 50' bis 52' der Lochplatte 5, besser und genauer zu positionieren, können die Kanten 50a' bis 52b' beispielsweise so, wie anhand von Fig. 1a beschrieben, angefast sein. In diesem Fall müssen jedoch auch die Muttern 3a' und 3b' zumindest auf einer Seite die den Anfasungen der Kanten 50a' bis 52a' bzw. 50b' bis 52b' entsprechende Form aufweisen.

In der in Fig. 2c dargestellten Vorderansicht der zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechen die beiden äußeren, an der Lochplatte 5, befestigten Halterungsvorrichtungen 4' einschließlich des wiedergegebenen Neigungswinkels α der Darstellung in Fig. 1c. Im Unterschied zu Fig. 1c ist in Fig. 2c eine dritte, in der Mitte wiedergegebene Halterungsvorrichtung an der Lochplatte 5, fixiert, bei welcher die gestrichelte Mittennachse der Befestigungsschraube 1' und der Gewindestange 2' fluchten.

Außerdem ist Fig. 2c zu entnehmen, daß bei der zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung der Länge der Gewindestangen 2' bzw. 2'' frei wählbar ist. Dadurch ist auch die Lage der jeweiligen Halterungsvorrichtung 4' bezüglich der Lochplatte 5, bzw. der Abstand der Unterseite der Hülse 6' von der Lochplatte 5, entsprechend den jeweiligen Gegebenheiten wählbar und diesen anpaßbar. Eine Feineinstellung bzw. präzise Einstellung der Position ist dann insbesondere durch die Wahl der Position der in Fig. 2c unteren Schrauben 3a' gegeben.

In Fig. 3a bis 3d sind beispielhaft mögliche Ausführungsformen von Lochplatten 5a, 5b, 5c und 5d dargestellt. Fig. 3a zeigt eine Lochplatte 5a, die drei Langlöcher 6a, 6b und 6c aufweist, die auf einer gestrichelt wiedergegebenen Mittellinie angeordnet sind und, wie auch in Fig. 3a dargestellt, unterschiedliche Längen haben können.

In Fig. 3b ist eine T-förmige Lochplatte 5b dargestellt, die zwei in Reihe angeordnete, in Fig. 3b gleich große Langlöcher 7b und 7c und ein zu diesen beispielsweise senkrecht angeordnetes Langloch 7a aufweist.

In Fig. 3c ist eine bogenförmige Lochplatte 5c dargestellt, die beispielsweise drei gleichgroße Langlöcher 8a, 8b und 8c aufweist, die entlang einer gestrichelten gekrümmten Linie ausgerichtet sind.

In Fig. 3d ist eine L-förmige Lochplatte 5d dargestellt, die zwei in Reihe hintereinander angeordnete, in Fig. 3d gleich große Langlöcher 9b, 9c sowie ein zu diesen senkrechtes Langloch 9a aufweist.

Ferner sind auch andere beliebige Kombinationen von unterschiedlich bemessenen Langlöchern denkbar. Die in Fig. 3a bis 3d dargestellten Lochplatten sind als in sich eben dargestellt. Die einzelnen Lochplatten können auch so vorgeformt sein, daß beispielsweise ihre beiden Endbereiche nach oben abgewinkelt sind oder ein Endbereich nach unten und der andere nach oben abgewinkelt ist oder überhaupt nur ein Endbereich abgewinkelt bzw. gekröpft ist, während der andere Endbereich eben ausgeführt ist.

In Fig. 4 sind vergrößert eine der Befestigungsschraube 1 in Fig. 1a entsprechende Befestigungsschraube 1' sowie eine der Befestigungsschraube 1' in Fig. 2a entsprechende Befestigungsschraube 1'' wiedergegeben. Der wesentliche Unterschied zwischen den Befestigungsschrauben 1 und 1' in Fig. 1a bzw. 2a und den beiden Befestigungsschrauben 1'' und 1''' in Fig. 4 besteht darin, daß die zuletzt genannten Befestigungsschrauben 1'' und 1''' ein konisch verlaufendes Schraubgewinde 11'' bzw. 11''' aufweisen, bei welchem ebenfalls die Flankenenden 12'' und 12''' sowie das in Fig. 4 untere freie Ende 13'' bzw. 13''' abgerundet sind.

Bei Einsetzen der in Fig. 4 dargestellten Befestigungsschrauben 1'' und 1''' mit den erwähnten in Fig. 4 nach unten konisch zulaufenden Schraubgewinden 11'' und 11''' sollte auf jeden Fall, um unnötige Spannungen und Beschädigungen

gen am und im Knochenmaterial auszuschließen, neben dem entsprechend ausgeführten Pedikelkanal in diesen auch ein dem Schraubgewinde **11''** bzw. **11'''** entsprechendes Gewinde geschnitten werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Positionieren und Fixieren von Knochen und/oder Knochenfragmenten, mit mindestens einer Prothesenplatte und Haltevorrichtungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Haltevorrichtungen (**4, 4'**), bestehend jeweils aus einer Befestigungsschraube (**1, 1'**) und einem an dieser schwenkbar gehaltenen Verbindungsteil (**2, 2'**), an einer als Prothesenplatte dienenden, mindestens zwei Löcher (**50 bis 52; 50' bis 52'**) aufweisenden Lochplatte (**5, 5'**) mittels einer Sicherungsmutter so befestigbar und fixierbar sind, daß sich die in der Lochplatte (**5, 5'**) verschiebbar gehaltenen Haltevorrichtungen (**4, 4'**) senkrecht zur Lochplatte (**5, 5'**) ausrichten.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigungsschraube (**1; 1'**) der Haltevorrichtung (**4, 4'**) einen zylindrischen Kern mit einem Schraubgewinde (**11; 11'**) konstanten Durchmessers aufweist, dessen äußeren Flankenenden (**12; 12'**) abgerundet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigungsschraube (**1''**) der Haltevorrichtung einen sich konisch verjüngenden Abschnitt mit Schraubgewinde (**11''**) aufweist, dessen äußere Flankenenden (**12''**) abgerundet sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ende (**13, 13', 13''**) der Befestigungsschraube (**1, 1', 1''**) abgerundet ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigungsschraube (**1, 1', 1''**) oberhalb des Schraubgewindes (**11, 11', 11''**) einen zylindrischen Ringansatz (**14, 14', 14''**) aufweist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltevorrichtung (**4**) oberhalb des Schraubgewindes (**11**) der Befestigungsschraube (**1**) einen Kopfteil (**15**) aufweist, der außen als Sechskant (**15₁**) ausgebildet ist und im Inneren eine kugelförmige Aussparung (**15₂**) aufweist, die an der dem Schraubgewinde (**11**) abgewandten Seite offen ist, daß in dem Kopfteil (**15**) der Befestigungsschraube (**1**) ein zu der kugelförmigen Aussparung (**15₂**) komplementärer kugelförmiger Endteil (**21**) des Verbindungsteils (**2**) verdrehbar aufgenommen ist, und daß das dem kugelförmigen Endteil (**21**) abgewandte Ende des Verbindungsteils (**21**) einen Gewindebereich mit einem Außengewinde (**22**) zum Aufnehmen der Sicherungsmutter (**3**) aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Gewindebereich (**22**) mit einer Feingewindeprofilierung versehen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem kugelförmigen Endteil (**21**) und dem Gewindebereich (**22**) des Verbindungsteils (**2**) ein dehnbarer Schaftteil (**23**) vorgesehen ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß an der offenen Seite der kugelförmigen Aussparung (**15₂**) eine zu dieser Aussparung hin kleiner werdende, kegelstumpfförmige Aussparung (**15₃**) in der Weise ausgebildet ist, daß die fiktive Kegelspitze einen Winkel α von mindestens 10° , vorzugsweise 15 bis 35° aufweist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltevorrichtung (**4'**) oberhalb des Schraubgewindes (**11'**) der Befestigungsschraube (**1'**) einen kugelförmigen Kopfteil (**15'**) aufweist, welcher in einer Hülse (**6'**) aufgenommen ist, in deren Inneren eine sich zum Schraubgewinde (**11'**) erweiternde, kegelstumpfförmige Aussparung (**60'**), angrenzend eine zu dem Kopfteil (**15'**) komplementäre kugelsegmentförmige Aussparung (**60'**) und in dem darüber liegenden Teil eine zylinderförmige Bohrung (**63'**) mit Innengewinde ausgebildet sind, in welche ein als Gewindestange ausgebildetes Verbindungsteil (**2'**) aufgenommen ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die kegelstumpfförmige Aussparung (**60'**) zum Schraubgewinde (**12'**) hin weiter wird, so daß die fiktive Kegelspitze einen Winkel α' von bis zu 90° aufweist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die kegelstumpfförmige Aussparung (**60'**) einen Einschnitt dergestalt aufweist, daß die Befestigungsschraube (**1'**) im Bereich des Einschnitts um bis 90° bezüglich der Mittennachse des Verbindungsteils (**2'**) schwenkbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Außenumfang der Hülse (**4'**) als Sechskant ausgebildet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ende (**20'**) der Gewindestange (**2'**) abgerundet ist und das andere Ende (**21'**) eine konkave, der Krümmung des kugelförmigen Kopfteils (**15'**) der Befestigungsschraube (**1'**) entsprechende Vertiefung hat.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Gewindestange (**2'**) frei wählbar ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochplatte (**5; 5'**) Langlöcher (**50 bis 52; 50' bis 52'**) aufweist, deren einander gegenüberliegende Kanten entweder

- a) rechtwinklig,
- b) angefast, oder
- c) kegelsegmentförmig sind, oder
- d) eine beliebige Kombination aus a) bis c) aufweisen.

17. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanten der Langlöcher (**50 bis 52; 50' bis 52'**) wahlweise kugelförmig oder kegelsegmentförmig ausgebildet sind.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Muttern (**3; 3a', 3b'**) auf der der Lochplatte (**5; 5'**) zugewandten Seite eine der Form der Langlochkanten (**50a, 50b; 50a', 50b'**) entsprechende Form aufweisen.

19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Berührflächen zwischen einzelnen Elementen der Vorrichtung eine statistisch raue Profilierung oder feine Querrillen aufweisen.

20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß alle Elemente der Vorrichtung und eines zugehörigen Werkzeugsatzes aus demselben Werkstoff hergestellt sind.

21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoff Implantatstähle, CoCrMo, Ti6-Al4V oder andere zugelassen Implantatwerkstoffe auf metallischer Basis oder phasenverstärkte Implantatkunststoffe, beispiels-

weise kohlefaserverstärktes Duomer verwendet sind.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 15 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochplatten (**5**; **5'**, **5a** bis **5d**) an beiden Enden in der gleichen oder in verschiedenen Richtungen abgewinkelt sind, oder daß nur ein Endbereich abgewinkelt ist. 5

23. Verwenden der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Positionieren und Fixieren von Wirbeln.

24. Verwenden der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei Repositions- und Fixationsaufgaben an vorwiegend feingliedrigen Knochen, wie beispielsweise Finger, Fuß, Hand, Unterarm. 10

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig.1a

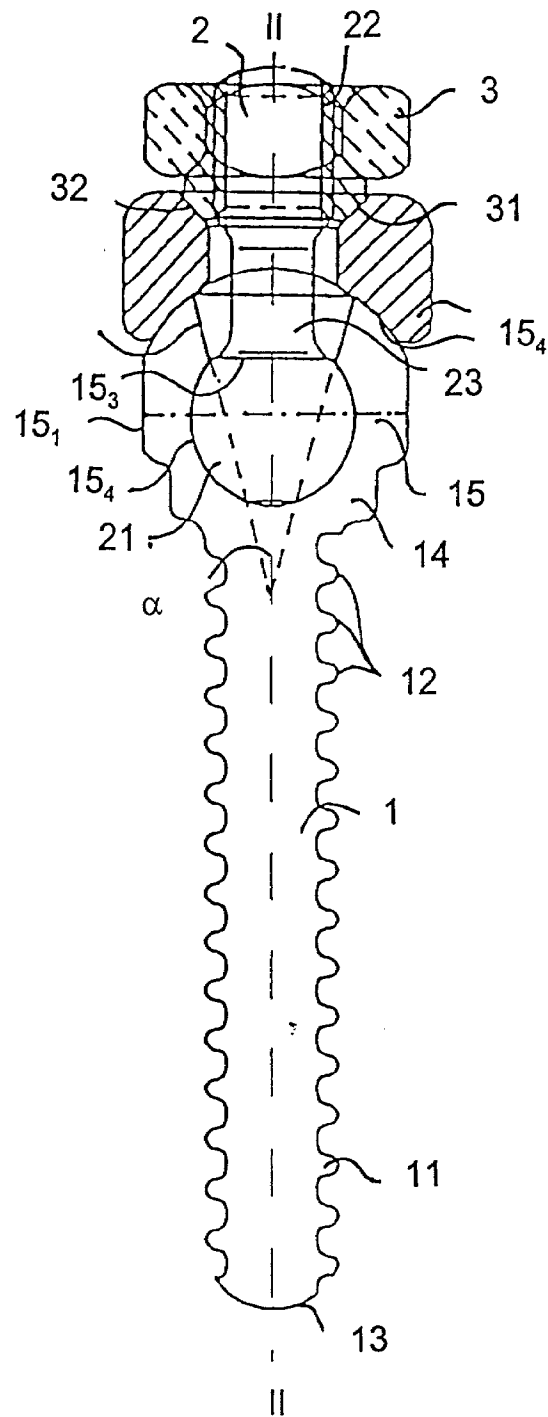


Fig.1b

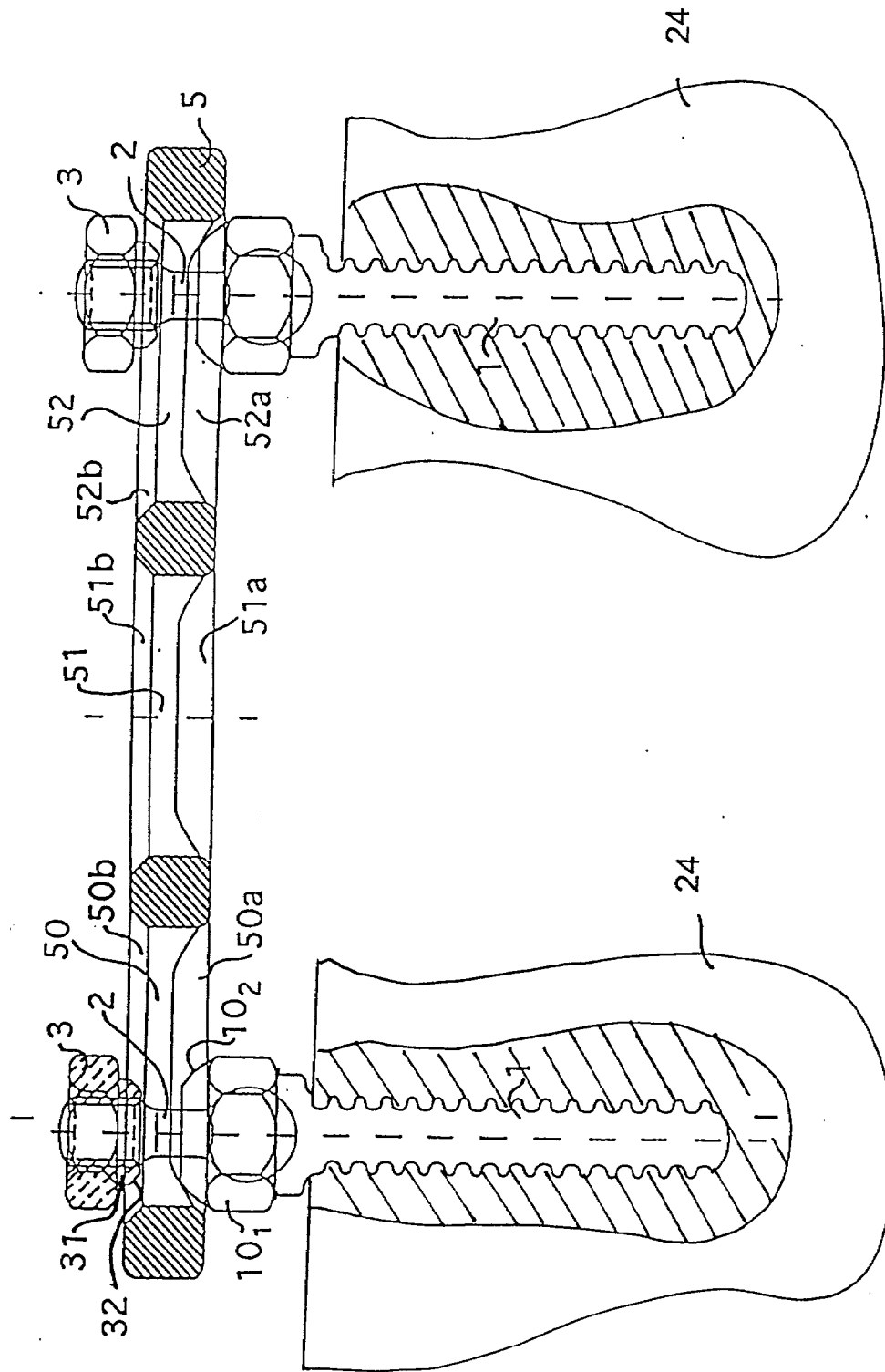


Fig.1c

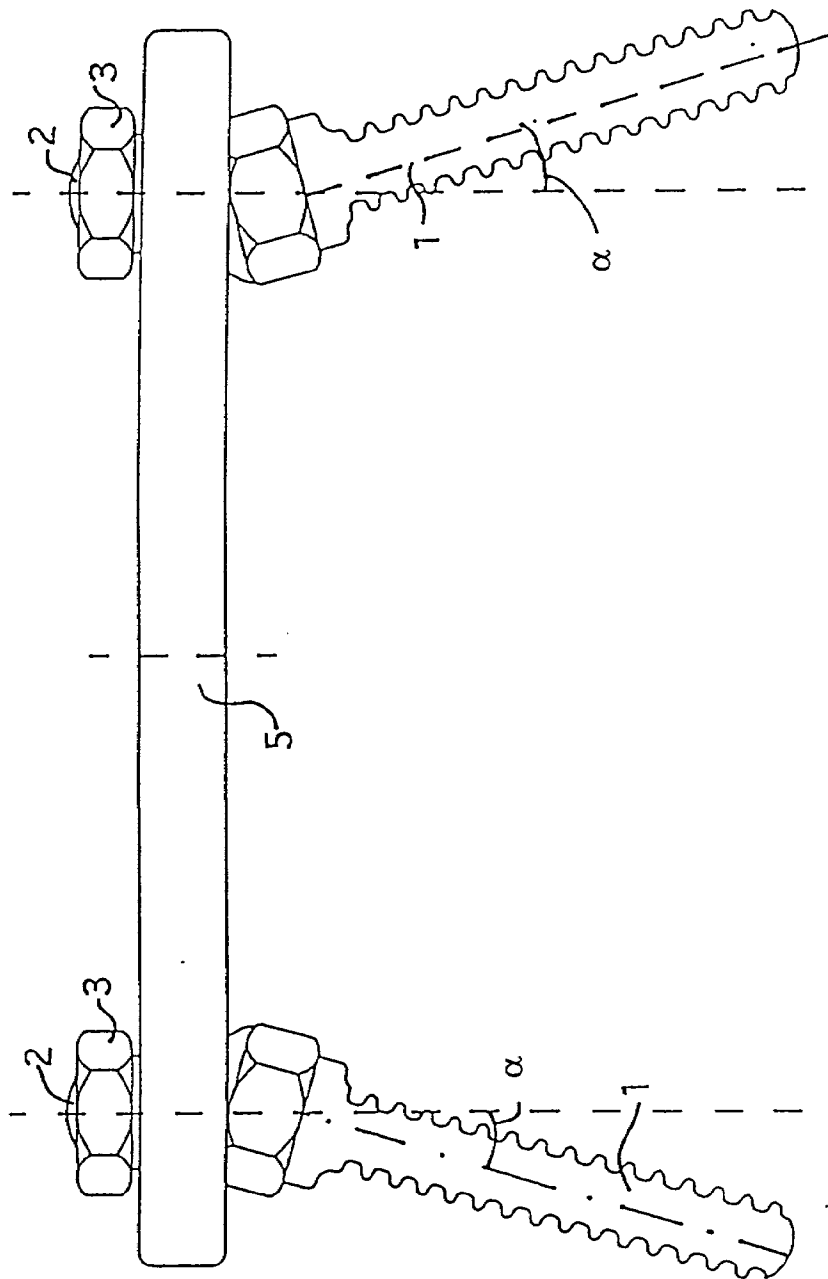


Fig.2a

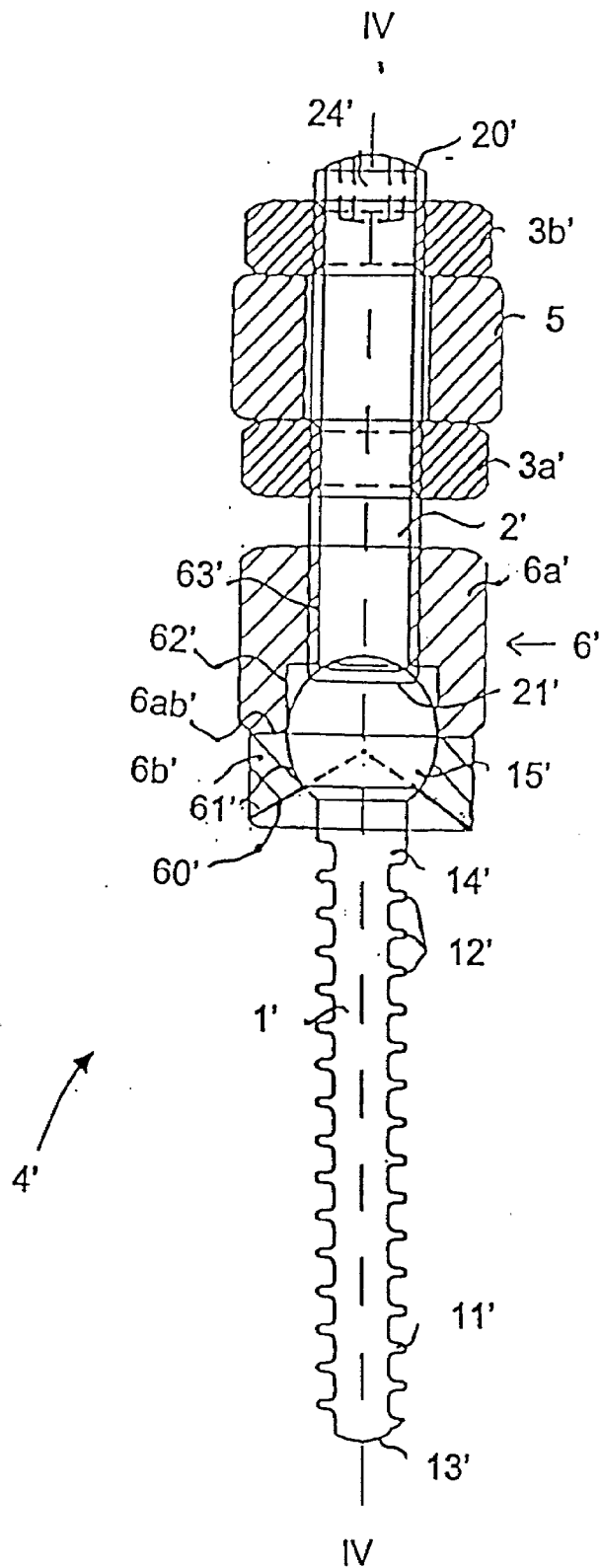


Fig.2b

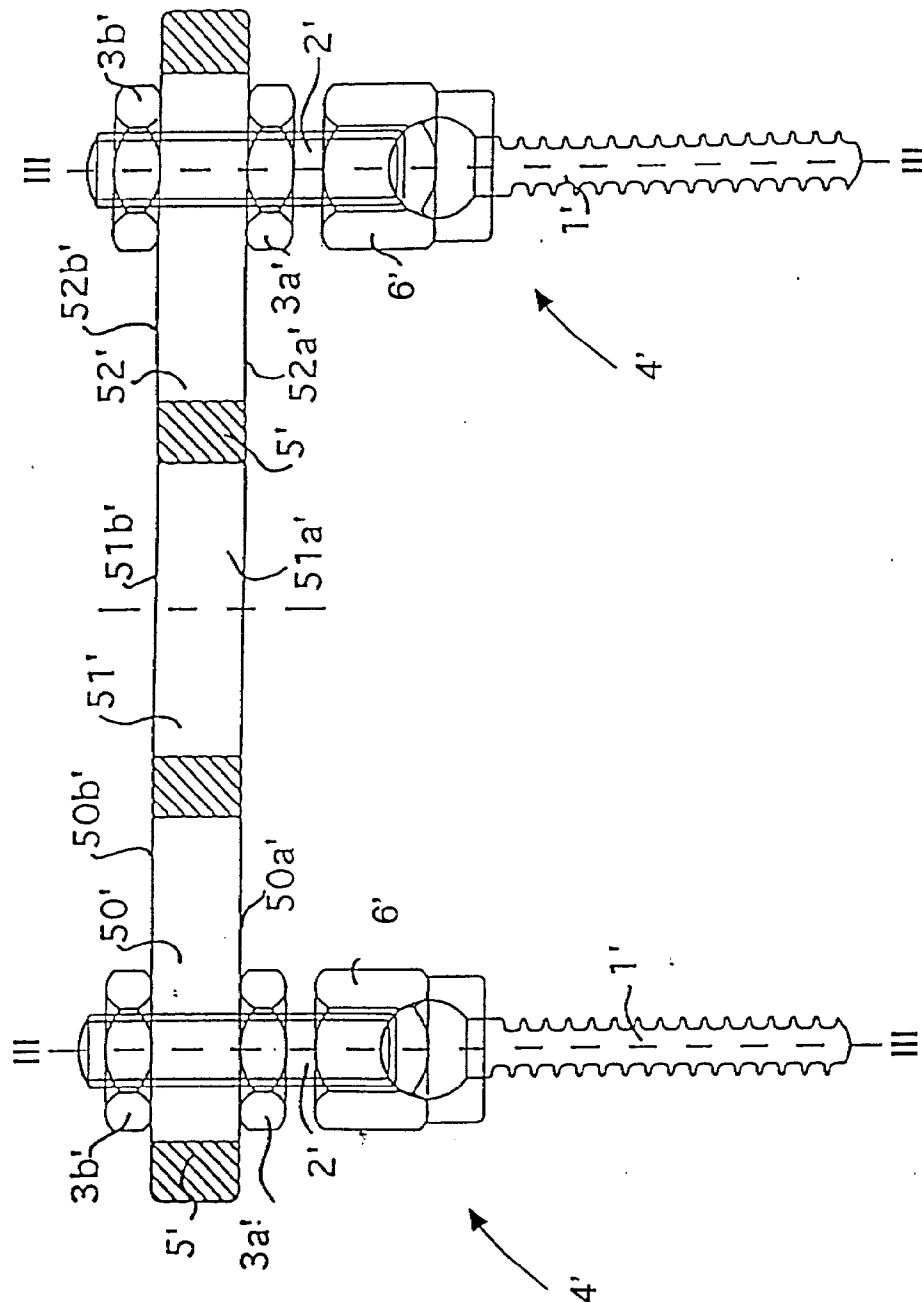


Fig.2c

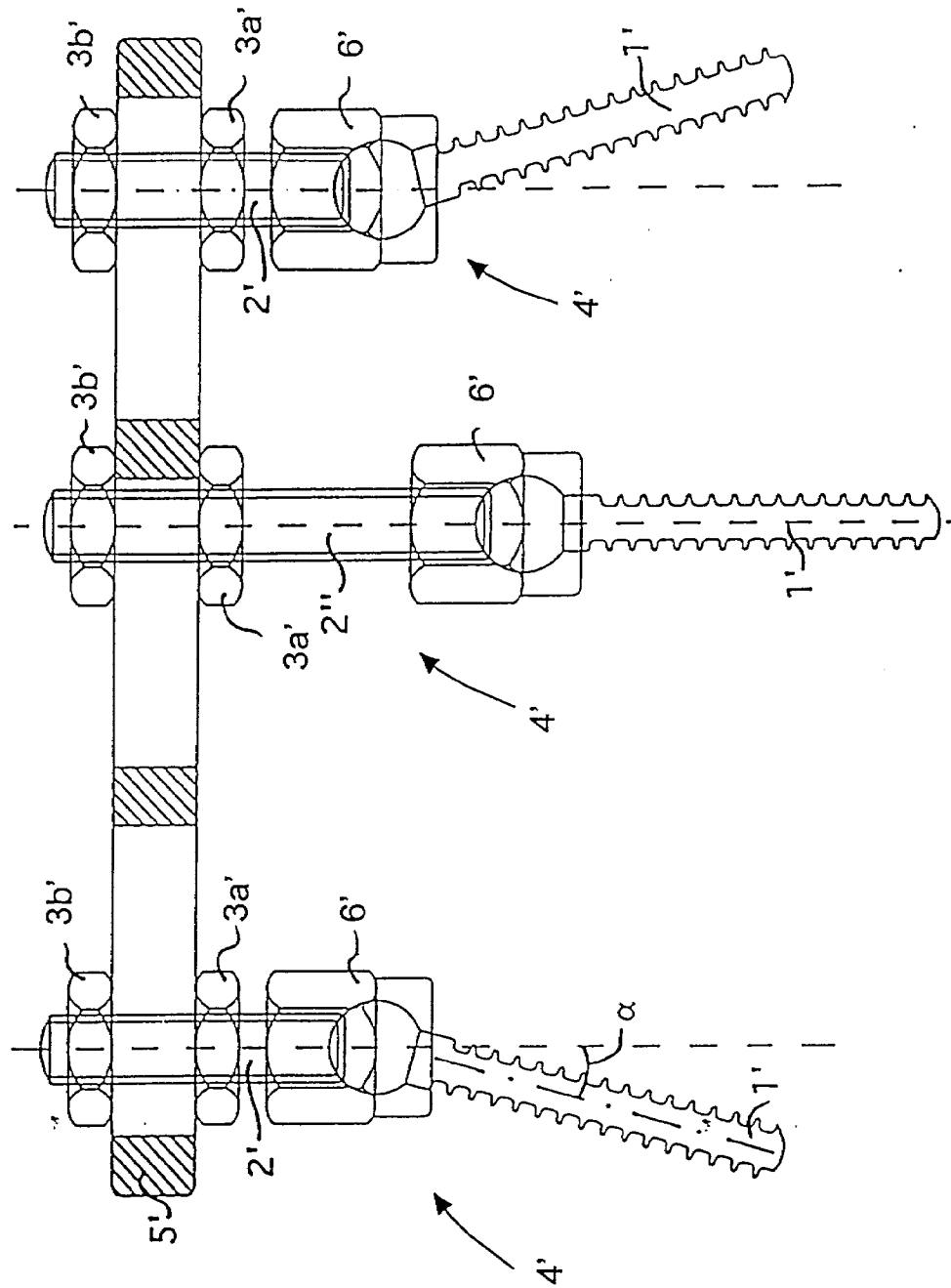


Fig.3a

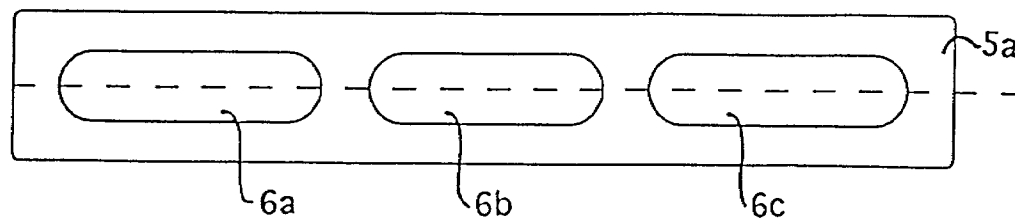


Fig.3b

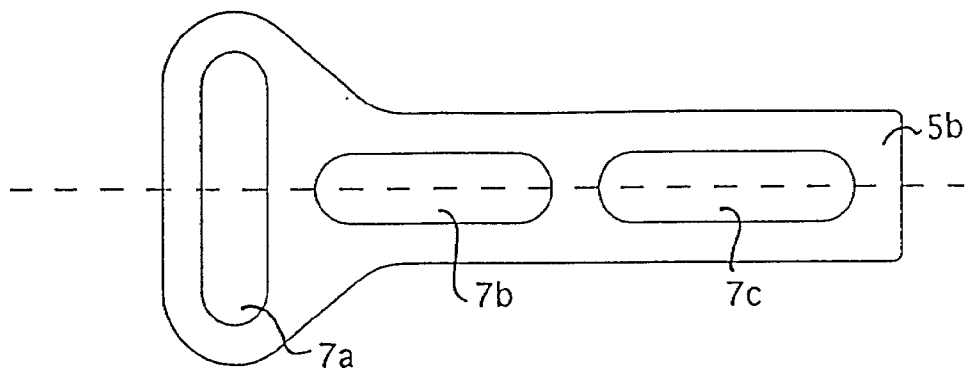


Fig.3c

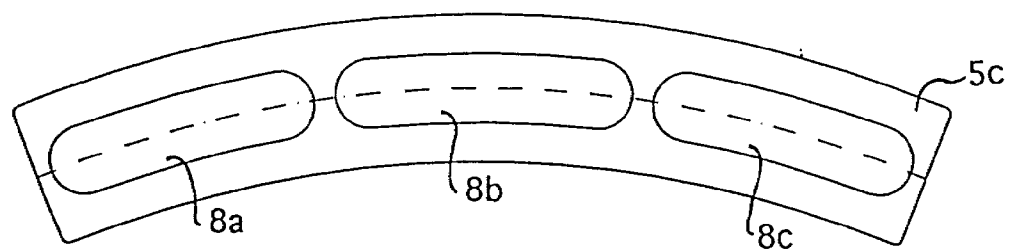


Fig.3d

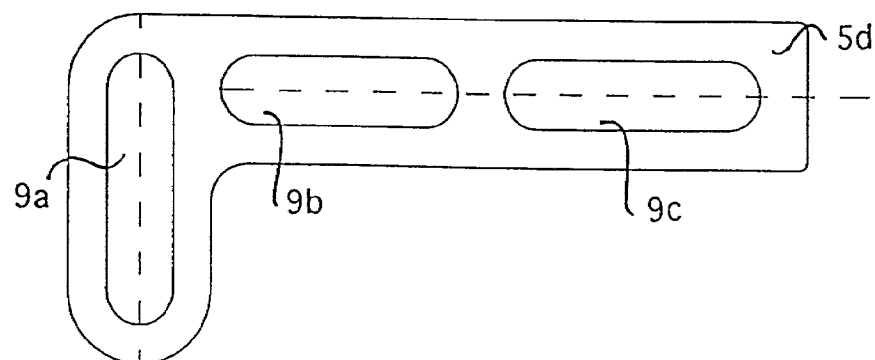


Fig.4

